

Новосибирск, 1994. – Вып. 108. – С. 51–62.

11. Сабинин В.И. Метод приближенной факторизации для решения разностных уравнений конвективной дисперсии // В сб.: Динамика сплошной среды. – Новосибирск, 1996. – Вып. 111. – С. 117–123.

12. Сабинин В.И. Решение задачи подземного теплосолевлаивопереноса методом неполной факторизации // Сиб. журн. вычисл. математики. – СО РАН, Новосибирск. – 1999. – Т. 2. – N 1. – С. 69–80.

13. Сабинин В.И. Объединенная математическая модель склонового и подземного стока // Математические модели фильтрации и их приложения: Сб. науч. тр. – Новосибирск: Инст. гидродинамики им. М.А.Лаврентьева, 1999. – С. 149–158.

## ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОНИЦАЕМЫХ ПРОФИЛЕЙ МЕТОДОМ ГРАНИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Т. Н. Смирнова

Чувашский государственный университет  
stn@chuvsu.ru

Дано численно-аналитическое исследование обтекания профиля с непрерывной проницаемостью. Ранее автором [1] рассматривалось дискретное распределение источников и стоков. Проницаемые профили изучались в работе [2].

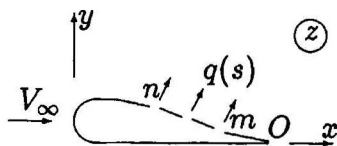


Рис. 1

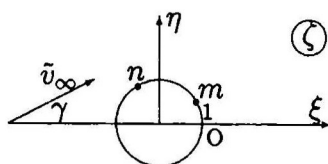


Рис. 2

**Постановка задачи.** Через часть контура  $(m, n)$  (рис. 1) с заданной нормальной скоростью  $v_n = q(s)$  происходит протекание жидкости.

Решение осуществляется в три этапа: 1) численное конформное отображение внешности профиля на плоскость  $w$  с разрезом

методом граничных элементов; 2) аналитическое конформное отображение плоскости с разрезом на внешность единичного круга; 3) аналитическое решение задачи об обтекании кругового цилиндра с непрерывно распределенными источниками на дуге ( $m, n$ ) (рис. 2). Комплексный потенциал в этом случае определяется аналитически:

$$\tilde{w}(\zeta) = \tilde{v}_\infty \left( \zeta e^{i\gamma} + \frac{e^{-i\gamma}}{\zeta} \right) + \frac{\Gamma}{2\pi i} \ln \zeta + \frac{1}{\pi} \int_{\beta_m}^{\beta_n} q(s(\beta)) \frac{ds(\beta)}{d\beta} \ln \frac{\zeta - \beta}{\sqrt{\zeta}} d\beta, \quad (1)$$

где  $\beta_m$  и  $\beta_n$  – углы, определяющие точки  $m$  и  $n$  в плоскости  $\zeta$ . Циркуляция скорости вдоль цилиндра равна

$$\Gamma = 4\pi \tilde{v}_\infty \sin \gamma + \int_{\beta_m}^{\beta_n} q(s(\beta)) \frac{ds(\beta)}{d\beta} \operatorname{ctg} \frac{s(\beta)}{2} d\beta. \quad (2)$$

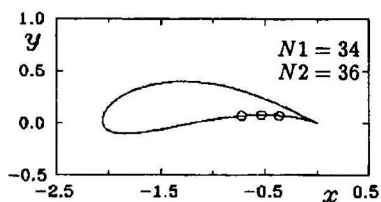


Рис. 3

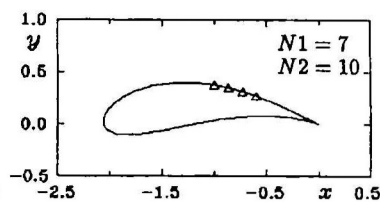


Рис. 4

Проведены численные расчеты для профиля Жуковского при числе элементов  $N = 41$ . На рис. 3 и 4 показана конфигурация профиля с параметрами  $h = 0.2, d = 0.2, \delta = 0$ . Символами  $\circ$  и  $\Delta$  показаны контрольные точки на проницаемом участке ( $q(s) = 1$  и  $q(s) = -1$ ). На рис. 5 и 6 непрерывными кривыми показано распределение скорости на профиле, полученное по точным, а символами  $\circ$  и  $\Delta$  – по приближенным формулам;  $\Gamma_e, \Gamma_q$  – это значения циркуляции, найденные по точным и приближенным формулам соответственно; индекс “д” или “н” означает дискретное или непрерывное распределение;  $N1, N2$  – номера первого и последнего элементов проницаемого участка. Из рисунков видно, что согласованность результатов хорошая.

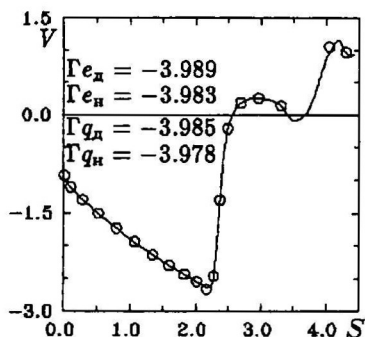


Рис. 5

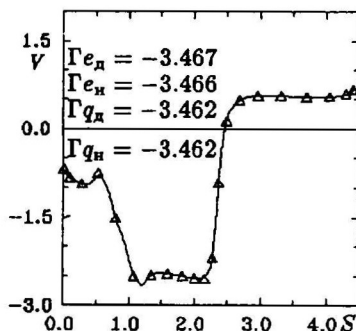


Рис. 6

## ЛИТЕРАТУРА

1. Терентьев А.Г., Смирнова Т.Н. *Применение метода граничных элементов к расчету проникаемого крылового профиля* // Изв. НАНИ ЧР. – 1998. – N 5. – С. 85–95.
2. Елизаров А.М., Ильинский Н.Б., Поташев А.В. *Обратные краевые задачи аэродинамики*. – М.: Наука, 1994. – 436 с.

## ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ФИЛЬТРАЦИИ С ПРЕДЕЛЬНЫМ ГРАДИЕНТОМ В ВАРИАЦИОННОЙ ПОСТАНОВКЕ

О. А. Широкова

НИИММ Казанского государственного университета  
olga.shirokova@kzu.ru

В работе представлено численное решение задачи фильтрации с предельным градиентом в вариационной постановке.

Рассматривается задача вытеснения водой вязко-пластической нефти в круговом пласте через нагнетательную неконцентрическую скважину;  $\Gamma_+$ ,  $\Gamma_-$  – границы постоянного напора (вход и выход фильтрационного потока),  $\Gamma_+ : p = H$ ,  $\Gamma_- : p = 0$ , где  $H$  – заданный напор. Для функции тока  $\psi$  на непроницаемых грани-